

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 3839537 A1

51 Int. Cl. 5:
G01J 1/24
G 05 D 25/02
H 01 S 3/10

21 Aktenzeichen: P 38 39 537.1
22 Anmeldetag: 23. 11. 88
43 Offenlegungstag: 31. 5. 90

DE 3839537 A1

71 Anmelder:

Deutsch-Französisches Forschungsinstitut
Saint-Louis, Saint-Louis, Haut-Rhin, FR

74 Vertreter:

Schwabe, H., Dipl.-Ing.; Sandmair, K., Dipl.-Chem.
Dr.jur. Dr.rer.nat.; Marx, L., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

72 Erfinder:

Damp, Stephan, 7858 Weil, DE

54 Verfahren zur Leistungsmessung einer Strahlung und Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wellenlängen- und Leistungsmessung einer Strahlung, insbesondere mit schmalbandigem Wellenlängenbereich und einer Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens. Diese Anordnung umfaßt wenigstens zwei Strahlungsdetektoreinrichtungen mit voneinander unterschiedlichem spektralem Empfindlichkeitskennlinienverlauf, wobei diese wenigstens zwei Strahlungsdetektoreinrichtungen mit der gleichen zu messenden Strahlung beaufschlagt werden. Die von den Strahlungsdetektoreinrichtungen erzeugten elektrischen Ausgangssignale werden in einer Auswerteschaltung ausgewertet und miteinander verglichen, um ein leistungsabhängiges elektrisches Signal und ein wellenlängenabhängiges elektrisches Signal zu erzeugen, wobei diese Signale in besonders vorteilhafter Weise zur Regelung von Laserdioden verwendet werden können. Das Verfahren und die Anordnung der Erfindung sind insbesondere dafür geeignet, eine Aussage über einen Wellenlängenschwerpunkt zu liefern.

DE 3839537 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Leistungsmessung einer Strahlung, insbesondere mit schmalbandigem Wellenlängenbereich unter Verwendung einer Strahlungsdetektoreinrichtung, die mit der Strahlung beaufschlagt wird und wenigstens ein leistungsabhängiges elektrisches Signal erzeugt.

Die Strahlungsleistung wird am einfachsten mit Hilfe von geeigneten Wandlern, im Falle von optischer Strahlung elektrooptischen Wandlern bestimmt, deren elektrisches Ausgangssignal proportional der auf den Detektor einfallenden Strahlungsleistung ist. Jedoch werden bei den bekannten Verfahren die Wellenlänge und die Strahlungsleistung voneinander unabhängig bestimmt.

Bekannte Verfahren zur Messung der Wellenlänge einer Strahlung basieren auf der bekannten Erscheinung von Beugungsoder Interferenzeffekten. In Fig. 1a ist eine Anordnung zur Durchführung eines derartigen bekannten Verfahrens gezeigt. Bei der in Fig. 1a gezeigten Anordnung gelangt ein Prisma zur Anwendung, wobei eine Strahlung 1 mit parallelem Strahlungsverlauf auf das Prisma 2 auftrifft und gebrochen wird, da das Prisma einen höheren Brechungsindex aufweist als das Medium, in welchem die Strahlung parallel verläuft. Der Strahlungsanteil mit kürzerer Wellenlänge wird dabei stärker gebrochen als der Strahlungsanteil mit größerer Wellenlänge. Auf der Ebene 4 kann daher der kurzwellige Anteil der Strahlung (z.B. blaues Licht bei optischer Strahlung) in der Richtung 5 detektiert werden, während der langwelligere Strahlungsanteil (rotes Licht) in der Richtung 6 detektiert werden kann.

Ein weiteres bekanntes Verfahren unter Verwendung eines Beugungsgitters zeigt Fig. 1b. Von einem Beugungsgitter 3, das im einfachsten Fall auch nur von einem Spalt gebildet sein kann, wird ein einfallender Strahl 1 derart gebeugt daß auf einer Ebene 4 der langwelligere Strahlungsanteil in Richtung 6, jedoch der kurzwelligere Strahlungsanteil in Richtung 5 detektiert werden kann. Bei beiden bekannten Verfahren werden die verschiedenen Wellenlängen einer Strahlung entlang einer Strecke abgebildet.

Unter Hinweis auf Fig. 2 sei im folgenden auch kurz die bekannte Wellenlängenbestimmung mittels der Interferenzerscheinung mit Hilfe des sogenannten Michelson-Interferometers erläutert. Ein paralleler Lichtstrahl 1 wird mit Hilfe einer Strahlungsteilerplatte oder an einem Strahlungsteilerwürfel 2 in wenigstens zwei Teilstrahlen aufgeteilt. Diese Teilstrahlen werden über zwei Spiegel 3 und 4 in sich zurückreflektiert, so daß sie sich an der strahlteilenden Schicht von 2 wiedervereinigen. Ein Teil der wiedervereinigten Strahlung breitet sich jedoch entgegen dem einfallenden Strahl 1 aus, während der andere Strahlungsteil mit Hilfe des Detektors 5 angewiesen werden kann. Wird nun einer der Spiegel, z.B. der Spiegel 4 parallel zur Richtung der Strahlausbreitung bewegt, so tritt an dem Detektor 5 abwechselnd eine konstruktive und destruktive Interferenz auf, sofern die Strahlung kohärent ist. Die Wellenlänge ist nun proportional dem Verstellweg des Spiegels und umgekehrt proportional der Anzahl der am Detektor gezählten Hell/Dunkel-Perioden. Mit Hilfe dieses Verfahrens kann nur monochromatische Strahlung analysiert werden, also keine Strahlung, die aus einem Gemisch verschiedener Wellenlängen besteht.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zur Wellenlängen- und Leistungs-

messung einer Strahlung der angegebenen Gattung und eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens zu schaffen, die es erlaubt, mit besonders geringem technischen Aufwand gleichzeitig eine Strahlungsleistungs- und Wellenlängenschwerpunktmessung vorzunehmen, wie dies beispielsweise zur genauen Regelung einer Laserdiode erforderlich ist.

Ausgehend von dem Verfahren der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß wenigstens zwei Strahlungsdetektoreinrichtungen mit voneinander unterschiedlichem spektralen Empfindlichkeitskennlinienverlauf mit der gleichen zu messenden Strahlung beaufschlagt werden und daß die von den wenigstens zwei Strahlungsdetektoreinrichtungen erzeugten elektrischen Ausgangssignale miteinander verglichen werden, um das leistungsabhängige und ein wellenlängenabhängiges elektrisches Signal zu erzeugen. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann gleichzeitig eine Strahlungsleistungsmessung und eine Wellenlängenschwerpunktmessung besonders einfach durchgeführt werden.

Die Auswertung der von den Strahlungsdetektoreinrichtungen erzeugten Ausgangssignale erfolgt in vorteilhafter Weise derart, daß die Differenz zwischen diesen Ausgangssignalen gebildet wird, wobei das durch die Differenzbildung erhaltene Signal als Rückkopplungssignal eines Regelkreises zur Wellenlängenstabilisierung, insbesondere einer Laserdiode, verwendet werden kann.

Ein normiertes wellenlängenbezogenes Ausgangssignal kann dadurch erhalten werden, daß man nach der Differenzbildung der Detektorausgangssignale das dabei erhaltene Differenzsignal durch eines der Detektorausgangssignale dividiert.

Sowohl das leistungsproportionale elektrische Signal als auch das wellenlängenproportionale elektrische Signal kann zweckmäßigerweise als Rückkopplungssignal eines Regelkreises zur Wellenlängenstabilisierung verwendet werden. Bei einer Reihe von Anwendungen, wie beispielsweise der Regelung einer Laserdiode ist es lediglich erforderlich, einen Wellenlängenschwerpunkt des ohnehin schmalbandigen Wellenlängenbereiches zu ermitteln.

Mit Hilfe des Rückkopplungssignals kann zweckmäßigerweise ein Stellglied verstellt werden, wobei die Detektorausgangssignale über das Stellglied derart verstärkt oder auch gedämpft werden können, daß das Rückkopplungssignal zu Null wird.

Die Erfindung betrifft auch eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, die als wesentliche Merkmale zwei Strahlungsdetektoreinrichtungen enthält, die einen unterschiedlichen spektralen Empfindlichkeitskennlinienverlauf aufweisen. Diese Strahlungsdetektoreinrichtungen sind so angeordnet, daß sie die Strahlung einer gemeinsamen Strahlungsquelle aufnehmen, wobei die von den Strahlungsdetektoreinrichtungen abgegebenen Ausgangssignale mit Hilfe einer Auswerteschaltung ausgewertet werden, die ein leistungsbezogenes und eine wellenlängenbezogenes elektrisches Signal aus den Ausgangssignalen der Strahlungsdetektoreinrichtungen erzeugt.

Beide Strahlungsdetektoreinrichtungen können zweckmäßigerweise aus einer Photodiode bestehen, wobei jedoch einer Photodiode ein optisches Filter vorgeschaltet ist, durch welches bestimmte Wellenlängenbereiche einer zu messenden Strahlung ausgeblendet werden. Das dabei verwendete optische Filter ist so ausgebildet bzw. ausgewählt, daß der vom Filter durch-

gelassene Wellenlängenbereich bzw. der Meßbereich auf der ansteigenden oder abfallenden Filterflanke des Filters liegt. Dadurch wird erreicht, daß der Empfindlichkeitskennlinienverlauf der einen Strahlungsdetektoreinrichtung innerhalb des Wellenlängenmeßbereiches entweder im wesentlichen linear abfällt oder linear ansteigt. Das verwendete optische Filter kann auch aus einem Tageslichtsperrfilter bestehen.

Schließlich besteht auch die Möglichkeit, zur weiteren Eingrenzung eines Wellenlängenschwerpunktes wenigstens eine weitere Strahlungsdetektoreinrichtung mit unterschiedlicher Steigung der im wesentlichen linear abfallenden oder linear ansteigenden Empfindlichkeitskennlinie innerhalb des Wellenlängenbereiches vorzusehen. Die Aufteilung von Strahlungsanteilen der Strahlung einer Strahlungsquelle erfolgt zweckmäßigerweise mit Hilfe eines Diffusors.

Die Anordnung nach der vorliegenden Erfindung ist insbesondere für eine Regeleinrichtung einer Laserdiode ausgelegt.

Die Erfindung ist allerdings nicht auf den optischen Bereich beschränkt, sondern das Verfahren und die Anordnung gemäß der vorliegenden Erfindung können in einem breiteren Bereich elektromagnetischer Strahlung eingesetzt werden, wobei dann die verwendeten Elemente dem gewünschten Wellenlängenbereich entsprechend ausgewählt werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Hinweis auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 und 2 bekannte Anordnungen zur Wellenlängen- und Leistungsmessung einer Strahlung;

Fig. 3 eine graphische Darstellung des Kennlinienverlaufs der zwei Strahlungsdetektoreinrichtungen;

Fig. 4 eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die in den Fig. 4 und 5 gezeigten Anordnungen liefern mit sehr geringem technischen Aufwand sowohl ein leistungsabhängiges elektrisches als auch ein wellenlängenabhängiges elektrisches Signal. Benötigt werden derartige Signale z.B. zur Regelung von Laserdioden, bzw. zur Korrektur der mit Hilfe von Laserdioden vorgenommenen Messungen. Es läßt sich auch mit besonders geringem Aufwand ein Wellenlängenvergleich verschiedener Laserdioden mit Hilfe der gezeigten Anordnungen realisieren. Über eine einfache Kalibriereinrichtung ist eine absolute Wellenlängenzuordnung ebenso möglich. Die in Fig. 4 gezeigte Anordnung besteht im wesentlichen aus zwei Strahlungsdetektoreinrichtungen 4, 4', die gewöhnliche Photodioden enthalten, mit denen normalerweise nur die Strahlungsleistung gemessen wird. Jedoch ist bei der gezeigten Anordnung einer der Photodioden 4' ein optisches Filter 5 vorgeschaltet, welches einen bestimmten Wellenlängenbereich, der beispielsweise für einen Regelvorgang nicht von Interesse ist, ausblendet. Das optische Filter ist dabei so ausgewählt, daß der interessierende Wellenlängenmeßbereich auf einer der Filterflanken (entweder der ansteigenden oder der abfallenden Filterflanke) gelegen ist, wodurch erreicht wird, daß die spektrale Empfindlichkeit der beiden Detektoren im interessierenden Wellenlängenbereich unterschiedlich ist. In Fig. 3 ist dies mittels zweier idealisierter Empfindlichkeitskurven dargestellt. Auf der Ordinate 1 ist die spektrale Empfindlichkeit aufgetragen, während auf der Abszisse 2 die Wel-

lenlänge aufgetragen ist. Die Empfindlichkeit des ersten Detektors 4 ist in dem interessierenden Wellenlängenbereich 5-6 im wesentlichen konstant, während jedoch die Empfindlichkeit der zweiten Strahlungsdetektoreinrichtung 4' bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel linear mit zunehmender Wellenlänge abnimmt. Das Verhältnis der beiden Detektorausgangssignale, normiert auf eine bestimmte Strahlungsleistung, die beispielsweise direkt vom ersten Detektor 4 geliefert werden kann, ist der Wellenlänge direkt proportional. Für ein Rückkopplungssignal zur Nachregelung der Wellenlänge z.B. bei Laserdioden, ist sogar lediglich eine Differenzbildung der Detektorsignale erforderlich. Die gezeigte Anordnung bzw. das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung liefert somit eine Aussage über einen Wellenlängenschwerpunkt, wobei also ein breitbandiges Wellenlängengemisch nicht aufgetrennt wird, wie das bei dem bekannten Beugungsverfahren der Fall ist. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel, welches speziell für die Regelung von Laserdioden verwendet werden kann, ist nur ein Schwerpunkt des ohnehin schmalbandigen Wellenlängenbereiches von Interesse.

Bei der in Fig. 4 gezeigten Anordnung gelangt eine zu messende Strahlung 1 zunächst zu einer Strahlteilungseinrichtung, beispielsweise in Form eines Diffusors 2, so daß die zu messende Strahlung in zwei Teilstrahlen 3 und 3' aufgeteilt wird. Bei einer stark divergierenden Strahlung oder bei Vorhandensein von Streulicht ist die Strahlteilung ohnehin schon gegeben. Es muß dabei jedoch sichergestellt werden, daß die Teilstrahlen 3 und 3' die gleiche Wellenlänge haben und auch ein konstantes Leistungsverhältnis während der Messung haben. Der erzeugte Strahlanteil 3 gelangt direkt auf den Strahlungsdetektor 4, während der Strahlanteil 3' zunächst über ein Filter 5 geleitet wird und erst dann auf den Strahlungsdetektor 4' auftrifft. Die von den Strahlungsdetektoren 4 und 4' gelieferten Ausgangssignale 7 und 8 werden in einer Auswerteschaltung 9 ausgewertet bzw. verarbeitet. Die Auswertung der Signale kann auf sehr verschiedene Weise erfolgen, beispielsweise im Sinne der zuvor erwähnten Differenzbildung und dem zuvor erläuterten Teilungsvorgang, so daß an einem Ausgang der Auswerteschaltung 9 bei 10 ein leistungsabhängiges elektrisches Signal erhalten werden kann und am Ausgang 11 der Auswerteschaltung 9 ein wellenlängenabhängiges Signal zur Verfügung steht. Diese Signale können entweder zur Anzeige gebracht werden oder weiterverarbeitet werden, beispielsweise zur Regelung von Laserdioden.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, wobei bei der Anordnung nach Fig. 5 alle Elemente, die auch bei der Anordnung nach Fig. 4 vorhanden sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind. Bei der Ausführungsform nach Fig. 5 besteht die Strahlungsdetektoreinrichtung 4'' aus einer Einheit, die eine Photodiode und ein Filter, z.B. ein Tageslichtsperrfilter, enthält. Dabei liegt die Filterflanke des Tageslichtsperrfilters in dem zu betrachtenden Wellenlängenbereich. Mit 4 ist eine gewöhnliche Photodiode bezeichnet.

Das Filter 5 hat bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel folgende Aufgabe zu erfüllen:

Die Funktion des Verhältnisses der spektralen Empfindlichkeiten beider Detektoren muß in dem zu betrachtenden Wellenlängenbereich monoton sein, damit die Wellenlängenzuordnung eindeutig ist.

Die Auswerteschaltung 9 kann besonders einfach aufgebaut sein. Beispielsweise kann bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel das leistungsabhängige Signal 10

direkt das Ausgangssignal des Strahlungsdetektors 4 sein, während das wellenlängenabhängige Signal 11 durch ein einfaches Subtrahierglied erhalten werden kann, um die Ausgangssignale 7 und 8 der Strahlungsdetektoreinrichtungen voneinander zu subtrahieren. Diese so erhaltenen Signale sind für eine Regelung vollständig ausreichend. Eine weitere Division durch das leistungsabhängige Signal 7 führt dazu, daß das Signal 11 aus einem reinen wellenlängenabhängigen Signal besteht.

Durch die vorliegende Erfindung wird somit ein Verfahren und eine Anordnung geschaffen, die für spezifische Anwendungsfälle, wie beispielsweise für Regelungs- oder Steuerungsaufgaben, besonders vorteilhaft mit geringem technischem Aufwand eingesetzt werden können.

Für einen Fachmann sind eine Reihe von Abwandlungen und Änderungen möglich, ohne jedoch dadurch den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen. So ist es beispielsweise möglich, zur genaueren Eingrenzung eines Wellenlängenschwerpunktes wenigstens eine weitere Strahlungsdetektoreinrichtung mit unterschiedlicher Steigung der im wesentlichen linear abfallenden oder linear ansteigenden Empfindlichkeitskennlinie innerhalb des interessierenden Wellenlängenmeßbereiches vorzusehen, wobei durch Kombination des Ausgangssignals dieses weiteren Strahlungsdetektors mit dem Ausgangssignal der übrigen Strahlungsdetektoren unterschiedliche Regelaufgaben oder Steueraufgaben gelöst werden können oder auch genauere Wellenlängenmessungen vorgenommen werden können. Auch ist die vorliegende Erfindung nicht auf die Verwendung von zwei oder drei Strahlungsdetektoreinrichtungen beschränkt.

Patentsprüche

1. Verfahren zur Leistungsmessung einer Strahlung, insbesondere mit schmalbandigem Wellenlängenbereich, unter Verwendung einer Strahlungsdetektoreinrichtung, die mit der Strahlung beaufschlagt wird und wenigstens ein leistungsabhängiges elektrisches Signal erzeugt, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Strahlungsdetektoreinrichtungen (4, 4' + 5; 4, 4'') mit voneinander unterschiedlichem spektralen Empfindlichkeitskennlinienverlauf mit der gleichen zu messenden Strahlung (1) beaufschlagt werden und daß die von den wenigstens zwei Strahlungsdetektoreinrichtungen (4, 4' + 5; 4, 4'') erzeugten elektrischen Ausgangssignale (7, 8) miteinander verglichen werden, um das leistungsabhängige und ein wellenlängenabhängiges elektrisches Signal zu erzeugen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz zwischen den Ausgangssignalen der Strahlungsdetektoreinrichtungen gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das durch die Differenzbildung erhaltene Signal als Rückkopplungssignal eines Regelkreises zur Wellenlängenstabilisierung, insbesondere einer Laserdiode, verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Differenzbildung der Detektor-Ausgangssignale das dabei erhaltene Differenzsignal durch eines der Detektor-Ausgangssignale (7 oder 8) dividiert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl das leistungs-

proportionale elektrische Signal als auch das wellenlängenproportionale elektrische Signal als Rückkopplungssignal eines Regelkreises zur Wellenlängenstabilisierung verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe des Rückkopplungssignals ein Stellglied verstellt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß über das Stellglied die Detektorausgangssignale derart verstärkt oder gedämpft werden, daß das Rückkopplungssignal zu Null wird.

8. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch wenigstens zwei Strahlungsdetektoreinrichtungen (4, 4' + 5; 4, 4'') mit unterschiedlichem spektralen Empfindlichkeitskennlinienverlauf, die so angeordnet sind, daß sie die Strahlung (1) einer gemeinsamen Strahlungsquelle aufnehmen, und durch einen an die Ausgänge der Strahlungsdetektoreinrichtungen angeschlossene Auswerteschaltung (9), die ein leistungsbezogenes und ein wellenlängenbezogenes elektrisches Signal aus den Ausgangssignalen der Strahlungsdetektoreinrichtungen (4, 4'; 4, 4'') erzeugt.

9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Strahlungsdetektoreinrichtungen (4) aus einer normalen Photodiode besteht, während die andere Strahlungsdetektoreinrichtung (4' + 5; 4'') aus einer Photodiode mit vorgeschaltetem optischem Filter (5) besteht, durch das bestimmte Wellenlängenbereiche ausgeblendet werden.

10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Filter (5) so ausgebildet ist, daß der vom Filter durchgelassene Wellenlängenbereich (Meßbereich) auf der ansteigenden oder abfallenden Filterflanke liegt.

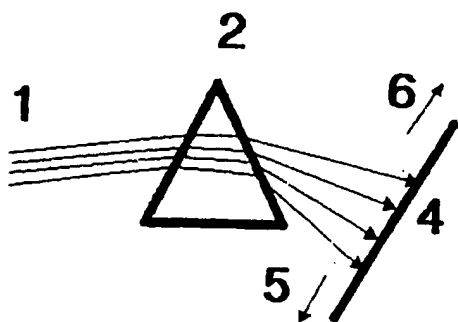
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfindlichkeit der einen Strahlungsdetektoreinrichtung (4) in dem Wellenlängenmeßbereich konstant ist und daß die Empfindlichkeit der anderen Strahlungsdetektoreinrichtung (4' + 5; 4'') innerhalb des Wellenlängenmeßbereiches im wesentlichen linear abfällt oder linear ansteigt.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der anderen Strahlungsdetektoreinrichtung (4'; 4'') ein Tageslichtsperrfilter vorgeschaltet ist oder daß die Strahlungsdetektoreinrichtung (4'') ein Tageslichtsperrfilter enthält.

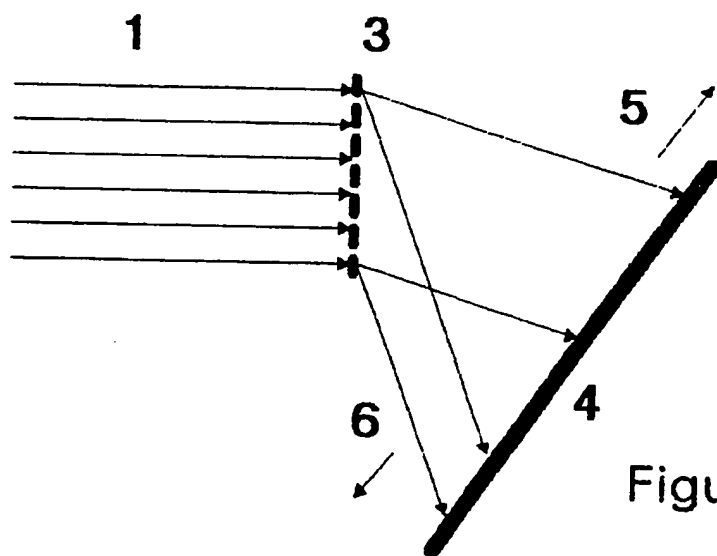
13. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Strahlungsquelle und den Strahlungsdetektoreinrichtungen (4, 4'; 4, 4'') ein Diffusor (2) angeordnet ist.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine weitere Strahlungsdetektoreinrichtung mit unterschiedlicher Steigung der im wesentlichen linear abfallenden oder linear ansteigenden Empfindlichkeitskennlinie innerhalb des Wellenlängenmeßbereiches vorgesehen ist.

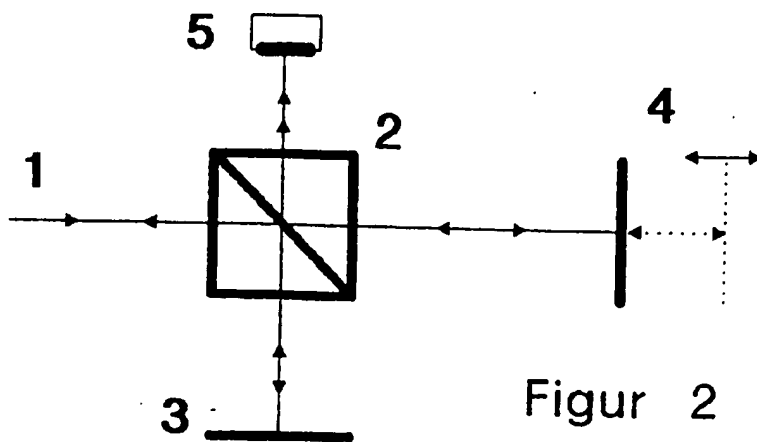
15. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung Bestandteil einer Regeleinrichtung einer Laserdiode ist.



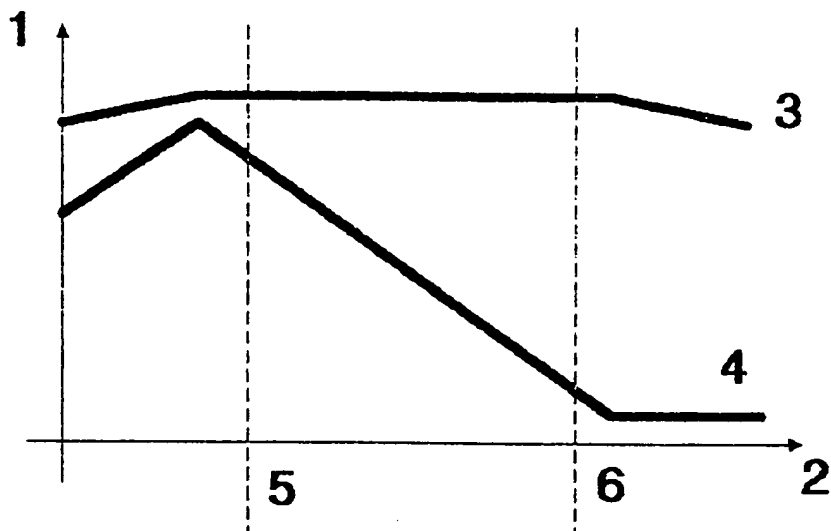
Figur 1a



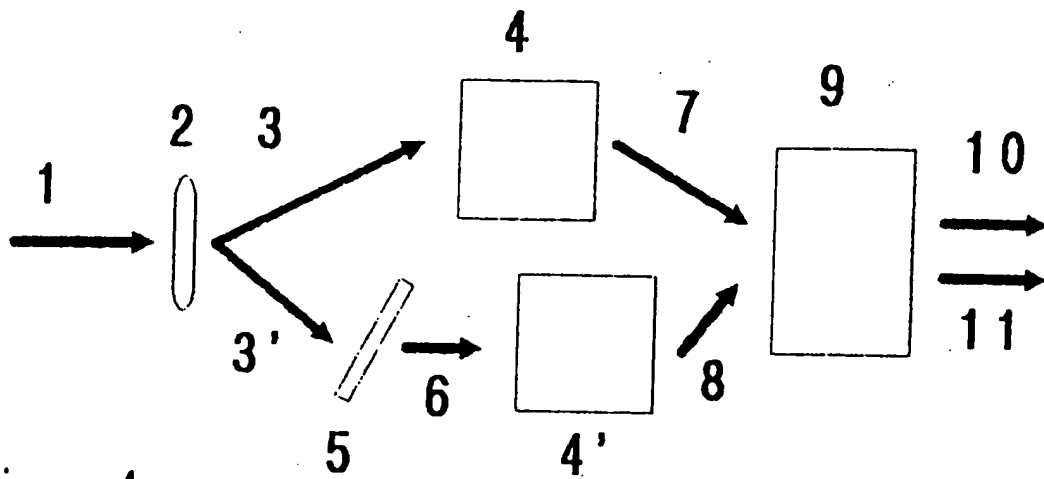
Figur 1b



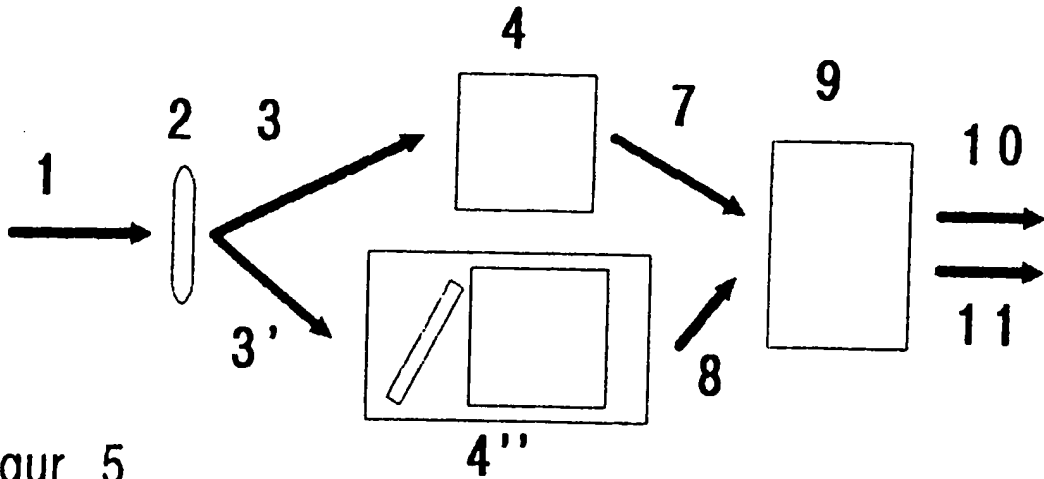
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5